US N F(A R'
M I I DAR
MUSI ARTI
NF O N) R'
I FOMUS NFO
MUSIN FO R I
N FOMUSINF A
R' INFO USIN
(A RT INFOM
I N F(AR I
F(JS I F(AR
T) USIN F)

Monique NAHAS - Hervé HUITRIC

ETUDE DE SERIES CONTINUES

Dans cet article, nous présentons le cadre formel de notre travail actuel sur la couleur. Il ne s'agit pas d'une théorie de la couleur, mais simplement d'un système de référence qui a l'avantage d'être explicitable, résoluble facilement et suffisamment riche pour permettre une grande diversité.

Le point de départ de ce système a été de faire abstraction de la composition et de s'interesser à des familles colorées formées par addition optique à partir de composants élémentaires (c'est ce que l'on appelle "les éléments atomiques"). On a même fait en premier lieu abstraction de la notion de teinte, et on s'est intéressé aux familles de couleur qui donne par addition optique le même gris (on réintroduit le facteur teinte ultérieurement). Ce gris est caractérisé par un paramètre, son "facteur de diffusion" ou "luminance" qui représente le pourcentage du flux lumineux qu'il réfléchit.

Une fois choisies un certain nombre de couleurs de base, les éléments atomique à partir desquels on composera les familles sont caractérisés par les pourcentages de ces couleurs. La seule contrainte est que ces éléments possèdent la luminance désirée. (Bien entendu l'expression "couleur de base" ne signifie

pas que ces couleurs ont un caractère intrinsèque plus fondamental que d'autres. Elle signifie simplement qu'on les a choisies comme ingrédient de fabrication. En principe la richesse du modèle ne dépend pas des couleurs choisies , mais plutôt du nombre de ces couleurs. Ce n'est pas tout à fait vrai dans les réalisations pratiques usuelles où l'addition optique ne peut pas être parfaite).

Les éléments atomiques peuvent être réalisés de différentes façons qui interviennent bien évidemment sur le caractère de leur composition ultérieure. Avant d'entrer dans la description précise du modèle, donnons une description rapide des modes de réalisation choisis:

- Dans une première série de travaux les éléments atomiques sont des surfaces données sur lesquelles sont réparties aléatoirement des points colorés de façon à respecter les pourcentages de couleurs et obtenir une bonne addition optique. Cette répartition est déterminée par un programme. Les "points" sont des petits carrés peints directement suivant les instructions de l'ordinateur.
- Les points sont remplacés par des lignes.
- Dans un dernier type de travaux, ces éléments sont réalisés sur des cartes perforées. Cette dernière partie est la plus complexe du fait de l'introduction de nombreux paramètres supplémentaires (rapport fond/carte perforée), Nous ne nous occuperons pas dans cet article de la troisième partie.

I - DETERMINATION DES ENSEMBLES COLORES DE MEME LUMINANCE

- On fait l'hypothèse suivante, assez bien vérifiée en pratique : les luminances s'ajoutent proportionnellement aux pourcentages des couleurs correspondantes (1). En d'autres termes la luminance d'une surface formée par exemple de trois couleurs A, B, C dont les luminances spécifiques sont respectivement λ_A, λ_B, λ_C, et dont les pourcentages dans la surface sont respectivement x_A, x_B, x_C, est donnée par :

$$\lambda = x_A . \lambda_A + x_B . \lambda_B + x_C . \lambda_C$$

Cette hypothèse sera d'autant plus vérifiée que l'on est dans de meilleures conditions d'addition optique : c'est ce qui justifie le choix de nos réalisations, en particulier de la première.

- Considérons un ensemble de n couleurs réparties sur une surface donnée, et appelons x_i le pourcentage de la couleur i, et λ_i la luminance de la couleur i. Les éléments atomiques que nous cherchons à déterminer sont caractérisés par les valeurs de ces pourcentages x_i. Si l'on souhaite que la luminance de l'ensemble soit une certaine valeur λ, les pourcentages désirés sont les solutions des équations suivantes :

(1) et que l'on peut justifier en admettant que l'on travaille à éclairement constant : les flux lumineux qui s'ajoutent entre eux sont alors proportionnels aux surfaces diffusantes.

(1) $$\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot \lambda_i = \lambda$$

(2) $$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1$$

(3i) $$0 \leq x_i \leq 1$$

L'équation (1) exprime l'hypothèse d'additivité des luminances proportionnellement aux surfaces.

Les équations (2) et (3i) sont nécessaires (et suffisantes) pour assurer que les nombres x_i calculés à partir de (1) peuvent s'interpréter comme des pourcentages.

- Une solution de ce système est formée par l'ensemble de n pourcentages $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, que l'on peut représenter par un point de l'espace vectoriel R^n. D'après les équations (1) et (2), l'ensemble des solutions est une variété linéaire de dimension n - 2 dans R^n (c'est à dire qu'on peut la décrire au moyen de n - 2 paramètres) et d'après les inéquations (3i), c'est aussi l'intersection de cette variété avec un cube unité de R^n. En général une telle intersection n'existe pas toujours, cela dépend des valeurs choisies pour λ_i et λ.

- Exemples

Si l'on prend seulement deux couleurs, les équations (1) et (2) déterminent un point (x_1, x_2) de $\mathbf{R}^2$ (variété de dimension 0). Il n'y a de solution pour (3i) que si λ est compris entre les deux luminances

λ_1 et λ_2.

Dès que le nombre de couleurs est supérieur à deux, il y a des ensembles continus de solutions possibles. Le cas de trois couleurs a l'avantage de bien se représenter géométriquement : une solution (x_1,x_2,x_3) est un point de l'espace vectoriel usuel R^3. Les équations (1) et (2) déterminent dans ce cas une droite, et l'ensemble des solutions, s'il existe, est le segment de cette droite contenu dans le cube construit sur (0,1).

- Résolution générale

Elle est assurée par un programme général {J. RIDARD (B.Lévy) pourvu que l'on soit dans les conditions d'existence des solutions : en fait celles ci sont assurées dès que :

$$\min_i \lambda_i \leqslant \lambda \leqslant \max_i \lambda_i$$

L'ensemble des solutions se présente sous la forme suivante :

$$m_1 \leqslant x_1 \leqslant M_1$$

$$m_2(x_1) \leqslant x_2 \leqslant M_2(x_1)$$

$$m_3(x_1,x_2) \leqslant x_3 \leqslant M_3(x_1,x_2)$$

$$\vdots$$

$$m_{n-2}(x_1,\ldots,x_{n-3}) \leqslant x_{n-2} \leqslant M_{n-2}(x_1,\ldots,x_{n-3})$$

Pour les deux dernières couleurs, x_{n-1} et x_n sont calculées à partir des équations (1) et (2) en fonction des x_k , $k=1,\ldots,n-2$.

Les pourcentages x_k peuvent donc être choisis arbitrairement à l'intérieur de deux bornes, une borne inférieure m_k et une borne supérieure M_k, calculées par le programme. Ces bornes dépendent des choix des pourcentages x_i $i = 1 \ldots k-1$. On voit donc que l'ordre de résolution du système (le choix des couleurs numéro 1, 2, etc.) constitue un degré de liberté pour le modèle.

II - LE MODELE

On a choisi 6"couleurs": rouge, jaune, bleu, vert, blanc et noir. Le choix des luminances correspondantes se fait suivant une échelle logarithmique comme cela est expliqué dans la référence (1).
Luminance des couleurs saturées :

Blanc	:	95
Jaune	:	50
Rouge	:	30
Vert	:	20
Bleu	:	15
Noir	:	5

Le système aura donc des solutions dès que :

$$5 \leq \lambda \leq 95$$

- Les propriétés de continuité

Une solution $(x_1, \ldots, x_n)$ caractérise donc un élément de base. Comment assembler ces éléments? Dans un premier type de travaux on a choisi essentiellement de jouer sur des propriétés de continuité (ce qui est rendu possible par la structure de l'ensemble des solutions) Plus précisèment on part de la constatation naîve que l'impression produite par deux éléments de base est d'autant plus semblable que les différences entre les pourcentages correspondants sont plus faibles: cette "impression" est une fonction continue des pourcentages $x_1, x_2, \ldots, x_n$ (1)

- Distance entre les éléments

On peut introduire une notion de distance entre deux éléments de base, ce qui permet de parler de façon précise d'élements de base proches ou lointains.

La distance la plus classique entre deux éléments A et B caractérisés par les pourcentages $(x_1^A, \ldots, x_n^A)$ et $(x_1^B, \ldots, x_n^B)$ est donnée par :

$$d = \left[\sum_{i=1}^{n} (x_i^A - x_i^B)^2 \right]^{1/2}$$

(1) Notons que la perception est également une fonction continue de λ, ce qui s'observe dans les dégradés d'une teinte donnée, mais on ne s'interesse ici qu'a des variations à luminance constante.

Deux élements seront voisins si leur distance est inférieure à une quantité choisie : en pratique par exemple d $\leq$ 10% assure une très bonne proximité, on peut aller en fait beaucoup plus loin.

D'un point de vue moins mathématique, on peut s'attendre à ce qu'une variation, même légère, de blanc ne joue pas le même rôle qu'une variation identique de noir. Dans une petite perturbation, l'impression produite dépend en fait de la luminance de l'ensemble perturbé et des luminances des couleurs qui varient. Pour en tenir compte la distance entre deux éléments doit comprendre des fonctions $\phi_i(\lambda) \geqslant 0$:

$$d = \left[\sum_{i=1}^{n} \phi_i(\lambda) \, (x_i^A - x_i^B)^2 \right]^{1/2}$$

Bien que cette distance soit "équivalente" à la précédente (1) elle peut permettre de définir des voisinages plus réguliers pour l'impression visuelle.

(1) Toutes les distances sur $\mathbb{R}^n$ sont équivalentes, c'est à dire qu'il existe des nombres a et A positifs tels que

$$a d_1(x,y) \leq d_2(x,y) \leq A d_1(x,y) \qquad \forall\, x,y \in R^n$$

- Séries continues

Principe : on assemble les éléments atomiques en suivant un chemin (1) dans la variété des solutions. Les éléments atomiques sont des points sur ce chemin, chacun étant choisi dans un voisinage du point précédent. (c'est à dire à une distance du précédent inférieure à une certaine distance donnée). Si ces éléments sont disposés suivant une ligne, on obtient un passage continu du premier élément au dernier (analogue à ce qui se passe dans le cas d'un dégradé, mais ici il s'agit de transformation à luminance constante). Cette ligne pourra être ensuite déformée de différentes façons : dans une série de travaux, les éléments sont assemblés suivant une spirale, dans d'autres suivant une structure en zigzag. On donne ainsi une impression de mouvement.

On voit qu'on dispose d'une infinité de manières pour construire ce chemin. Une façon simple est de l'associer au mouvement d'une couleur déterminée, comme c'est le cas dans l'exemple suivant : si la luminance globale est fixée à $\lambda = 30$, on voit que le domaine de variation possible pour le rouge est le plus large possible : tous les pourcentages entre 0 et 1 sont autorisés. On choisit l'ordre de résolution du système de telle sorte que la couleur numéro 1 soit le rouge.

(1) C'est à dire que tous les pourcentages x_i dépendent d'un même paramètre pouvant varier continuement. Dans la suite on choisit comme paramètre un pourcentage donné, mais on pourrait faire un autre choix et,par exemple, introduire un paramètre qui représenterait le temps

Pour les autres couleurs, on choisit la valeur moyenne, à savoir:

$$x_j = \frac{m_j + M_j}{2}$$

(les deux dernières couleurs sont toujours déterminées). Bien que ce choix dépende de l'ordre de résolution pour les couleurs, il assure une contribution assez homogène,(ni très grande, ni très petite) de toutes les couleurs. On décrit le chemin en faisant progresser le rouge de 0% à 100% par pas réguliers, par exemple de 5%. On obtient ainsi un passage continu à luminance constante d'un état purement rouge, à un état ne contenant aucun rouge. Les séries continues sont toutes construites selon ce principe.

- Variations continues dans le plan

Au lieu de faire une variation continue suivant un chemin, on peut faire une variation continue dans le plan (et de la même manière dans l'espace ou dans le plan et le temps). Da la même façon que sur le chemin, chaque point (c'est à dire chaque élément atomique solution) est "voisin" des deux points qui l'entourent, on peut demander que les éléments de base soient répartis dans un plan de telle sorte que chaque élément soit voisin de tous ceux qui l'entourent.

Pour préciser, soient (x,y) les coordonnées d'un point de repère d'un élément atomique, on demande que les éléments qui l'entourent (les 8 éléments suivants : $(x\pm1,y\pm1)$, $(x\pm1,y)$, $(x,y\pm1)$),soient optiquement voisins. On a choisi un modèle simple où l'on fait varier deux couleurs suivant les deux axes du plan, les autres couleurs sont toujours déterminées par leur valeur moyenne.

Notons qu'il est possible de réaliser des séries continues,ou des variations continues dans le plan, où la luminance bien que constante dans certaines zones, puisse avoir certaines variations. Dans ce cas deux éléments seront dits optiquement voisins si la distance suivante

$$d = \left[\sum_{i=1}^{n} (x_i^A - x_i^B)^2 + (\lambda_A - \lambda_B)^2 \right]^{1/2}$$

est plus petite qu'une certaine valeur d_o déterminée en fonction de la proximité désirée.

III - LA NOTION DE TEINTE

Jusqu'à présent on a fait en principe abstraction de la notion de teinte, celle ci se réintroduit cependant dans le choix de variations continues où progresse une couleur : on peut passer continuement d'une teinte à une autre, à luminance constante. Dans le cas de variations dans le plan on passe continuement d'une zone du plan de teinte déterminée à une autre zone également de teinte déterminée. On réintroduit ainsi la possibilité de contrastes plus ou moins distants.

L'introduction du facteur teinte dans notre modèle ne soulève pas de difficulté de principe : les éléments atomiques ont une teinte déterminée à partir de leurs quatre composantes colorées : le rouge, le vert, le bleu et le jaune. Chaque élément est donc associé à un point du cercle chromatique, où à un vecteur Oi si O est le centre du cercle (à l'exclusion du blanc pur et du noir pur).

A ce sujet, on renvoie à l'article de J. Dupré (référence 1) où l'on trouvera la formulation d'une structure mathématique liée à ce cercle. Si l'on a des pourcentages x_i des couleurs i , la teinte du mélange est caractérisée par le point sur le cercle obtenu en faisant l'addition vectorielle des vecteurs $x_i.\overrightarrow{0i}$ et en prenant l'intersection du vecteur obtenu avec le cercle.

Pour exprimer le résultat, introduisons un axe arbitraire sur le cercle chromatique $\overrightarrow{0x}$

La teinte de la couleur i est caractériqée par l'angle ϕ_i de $\overrightarrow{0i}$ avec $\overrightarrow{0x}$.

Alors la teinte de l'élément atomique comprenant x_i% de la couleur de teinte i (et quels que soient les pourcentages du noir et du blanc qui le composent) correspond à l'angle ϕ donné par :

$$\cos\phi = \sum_{i=1}^{4} x_i.\cos\phi_i \ / \ (\sum_i x_i^2 + \sum_{i\neq j} x_i x_j \cos(\phi_j - \phi_i))^{1/2}$$

(1)

$$\sin\phi = \sum x_i.\sin\phi_i \ / \ (\sum_i x_i^2 + \sum_{i\neq j} x_i x_j \cos(\phi_j - \phi_i))^{1/2}$$

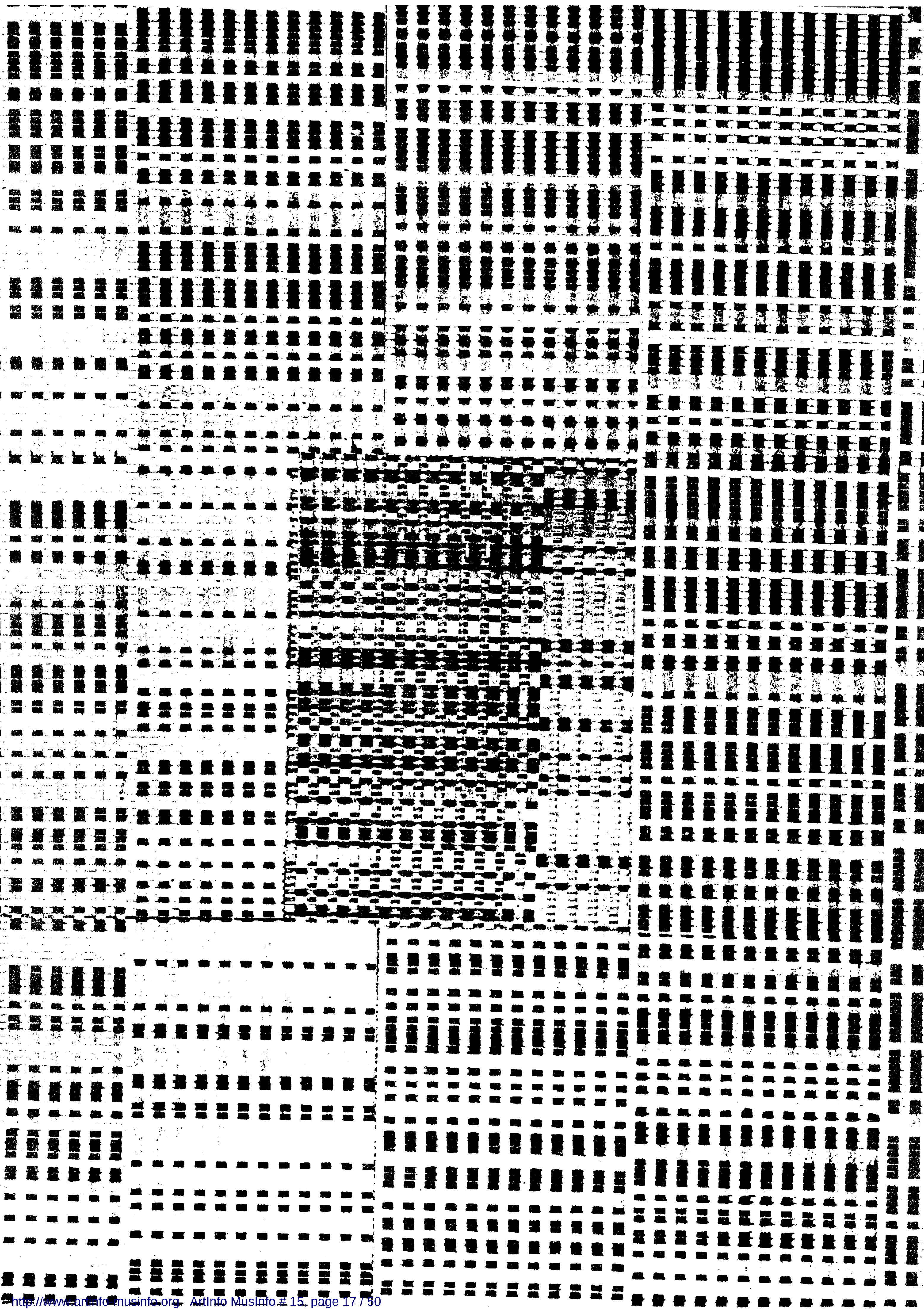
Le plus simple est alors de choisir 4 couleurs 2 à 2 complementaires et si possible à angle droit sur le cercle, on obtient facilement la teinte du mélange correspondant.

Réciproquement, à une teinte déterminée correspond toute une famille d'éléments atomiques de même luminance (qui n'est jamais vide). Il est donc possible de calculer des sous-ensembles de teinte et de luminance données. La caractérisation des classes d'éléments de même teinte se fait à partir des équations (1). En particulier on peut déterminer les éléments de la classe correspondant à une teinte complémentaire d'une teinte donnée ($\phi \rightarrow \Pi + \phi$) (on peut se demander à ce sujet s'il est possible de "relever" la notion de complémentaire de façon convenable, c'est à dire d'associer à/un élément atomique donné un complémentaire bien défini et non plus une classe. Cela ne semble pas possible d'une manière naturelle en restant dans le cadre d'une luminance constante.

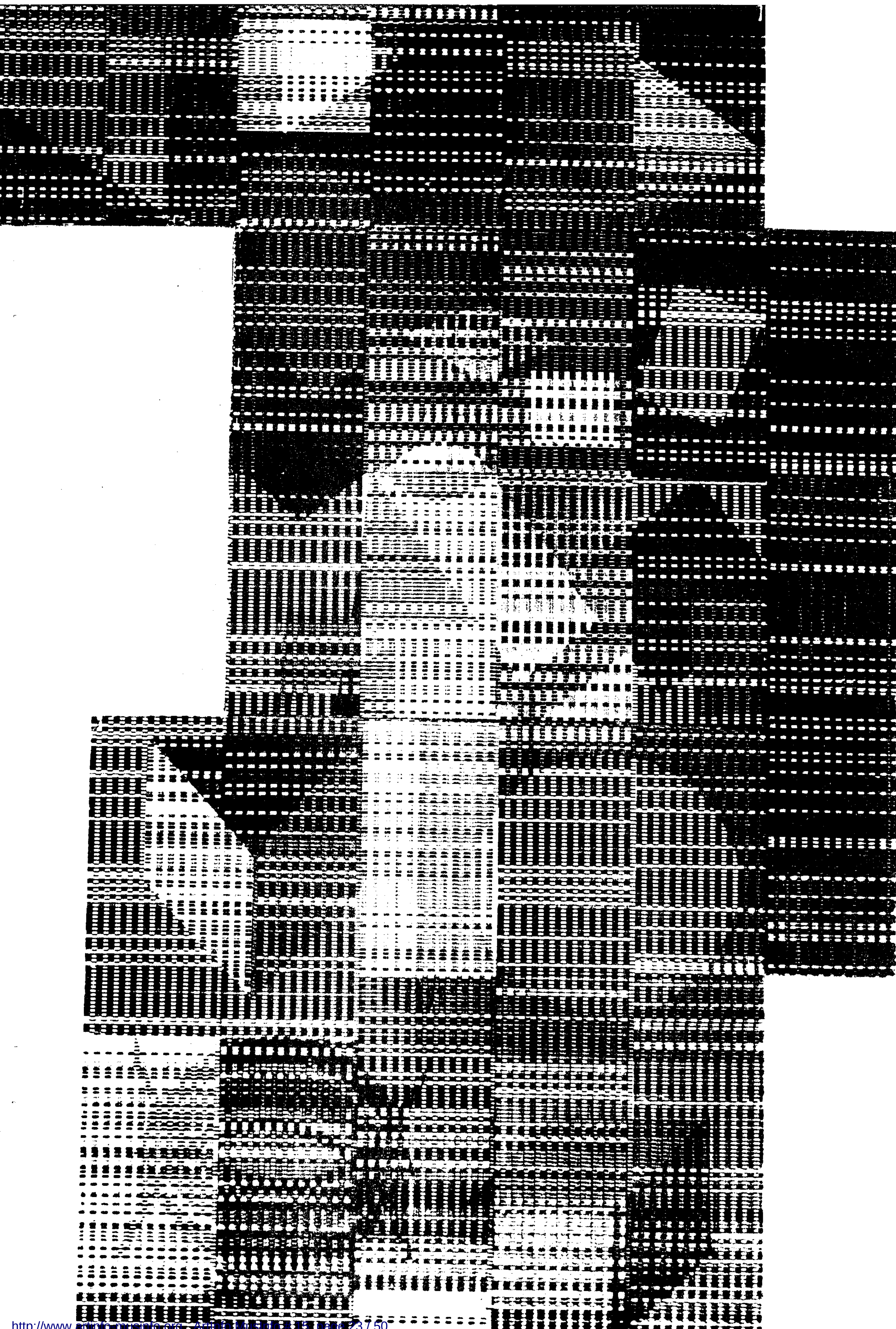
Revenons aux séries continues : on voit à partir des relations (1) que des éléments atomiques de luminance donnée, voisinsau sens explicité au paragraphe 2, sont également voisins en teinte. Une série continue correspond donc aussi à un passage continu de teintes. Réciproquement, si on se donne deux teintes, il existe toujours un chemin continu pour passer de l'une à l'autre à luminance constante, et de même des passages continus dans le plan.

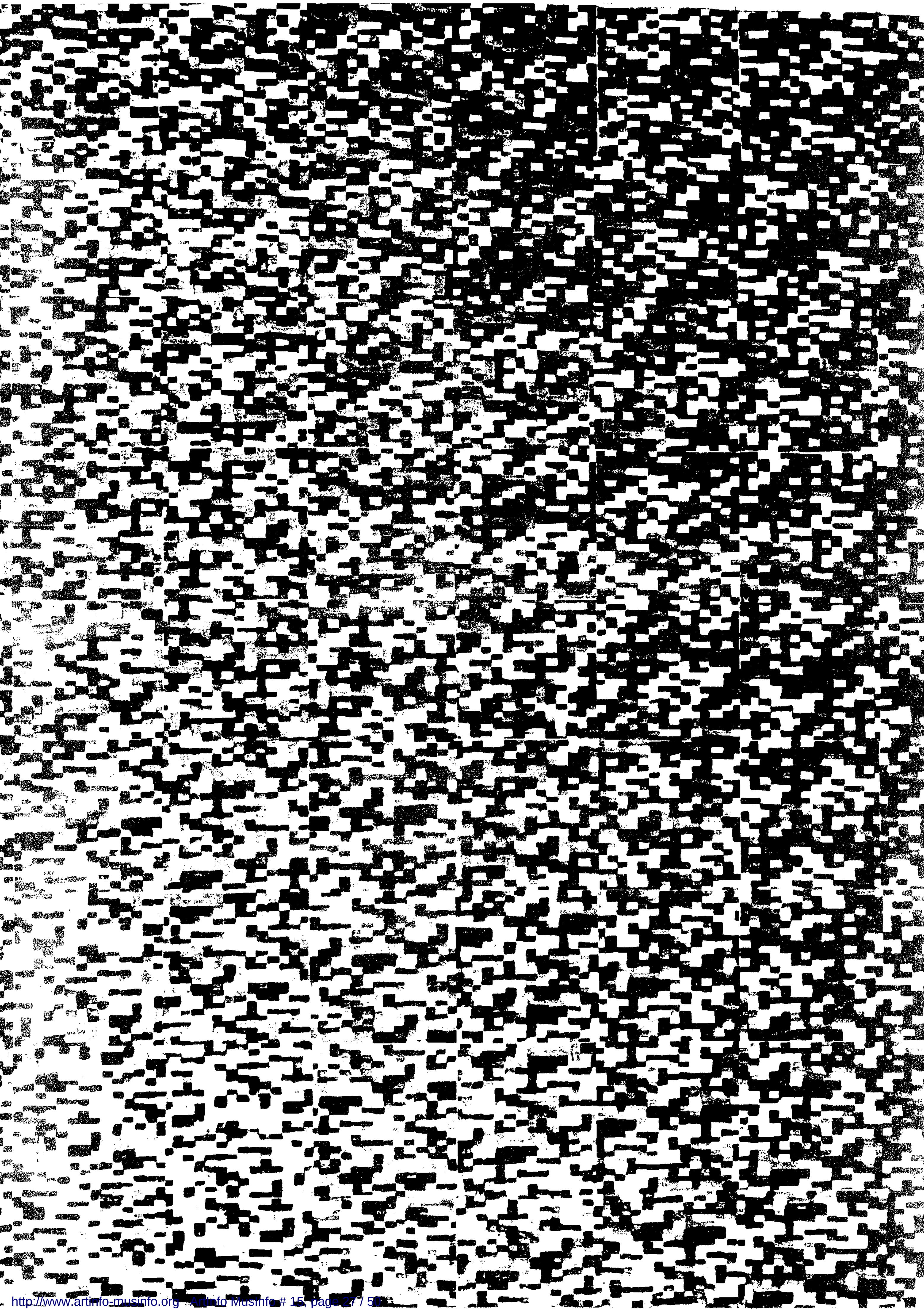
Monique NAHAS - Hervé HUITRIC

(1) Jacques DUPRE :"Une Formalisation des Couleurs" in ARTINFO/MUSINFO n° 12 et 13.









Présentation du programme AUTOMUSE

OBJECTIFS

I) Elaborer un programme de type conversationnel, qui le rende utilisable par tous et qui permette d'Intervenir à tout moment durant la composition, qui permette d'improviser en quelque sorte.

2) Dans la perspective de la synthèse sonore, concevoir un programme qui pourrait constituer une " fonction de composition" (sous-routine PLF) dans le programme MUSIC V de Mathews.

3) Exploiter le plus possible les ressources de la polyrythmie, en superposant des lignes mélodiques de pulsation de base différente.

4) Construire rythme et échelles sur une même base arithmétique.

5) Privilégier les dessins d'évolution au dépens des notes.

6) Pouvoir à volonté varier la densité, comprimer ou déprimer les rythmes, distribuer le " dessin " en mélodie ou en accords.

CONDITIONS DE TRAVAIL

L'ordinateur utilisé est une machine CAE-510 d'une capacité-mémoire de 8k-mots, ce qui n'est pas énorme! Il est par contre très accessible, le facteur d'accessibilité n'étant pas le moins important. Comme il n'était pas possible de "synthétiser", il fallait donc éditer sur une impromante à boule.

Etant donné ces donditions, il fallait donc faire quelques compromis:

- au point de vue du rythme, utiliser un tableau de base qui soit à la fois court et musicalement intéressant;
- au point de vue des hauteurs, utiliser une échelle "notable".

La tentation était grande de choisir le nombre 12 à la fois comme base rythmique et fréquentielle. Nous y avons succombé pour les raisons suivantes:

-un <u>cycle</u> (cf structures de groupes) est déterminé par le PPCM des périodes des sous-groupes. Avec des périodes de sous-groupes de (3,4,8,9), nous obtenons donc un cycle de 72 et un sous-cycle de 12.

100100100100100100100100100100100100100100100100100100100100100100100100
100010001000100010001000100010001000100010001000100010001000100010001000
100000001000000010000000100000001000000010000000100000001000000010000000
100000000100000000100000000100000000100000000100000000100000000100000000

-d'autre part, le modulo 12 est le modulo de la gamme tempérée utilisée en notations traditionnelles; il a été, de plus, l'objet d'attentions spéciales de la part des compositeurs sériels. L'utilisation de la "série", guère novatrice et limitatrice à bien des égards, permettait par ailleurs d'éditer sur imprimante en portées traditionnelles et de proposer généreusement le produit au jeu bienveillant d'instrumentistes...

Il est donc important de ne pas perdre de vue les raisons, de nature restrictive avant tout, ayant motivé le choix:

-des pulsations de base (3,4,8,9);

-du tableau rythmique de longueur 12:

-de la série.

<u>JEUX D'EVOLUTION</u>

1) <u>Rythmiques:</u>

Toutes sortes de possibilités s'offrent au compositeur pour varier l'évolution rythmique d'une oeuvre. Pour ce programme, nous avons retenu les suivantes:

-retarder les départs des voix les unes par rapport aux autres;

-décaler le tableau rythmique de base 12 fois, chaque fois d'une case:

1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0

-appliquer au tableau rythmique de base les facteurs 2,3,4 de diminution ou d'augmentation (compression ou dépression).

2) Fréquentiels:

Du point de vue des hauteurs, ce sont les "dessions d'évolution" qui ont le plus d'importance. Ils sont pour l'instant au nombre de neuf (9):

AIGU
MOYEN
GRAVE
EXTREME
OUVRANT
FERMANT
EXT-CENTRE
EXT-DROITE
EXT-GAUCHE

La sélection aux clés de la console CAE-510 nous permet, pour la marche simultanée de 4 voix, de stocker jusqu'à 16 dessins différents.

Afin de familiariser le lecteur-surtout le musicien non-informaticien-aux possibilités du programme, nous "computerons à la main" le 1er bloc de la "1ère étude pour ordinateur polyphonique"... Précisons que l'"oeuvre" est générée par blocs de 12 lignes d'édition sur imprimante, correspondant à 12 unités temporelles de partition.

SECTION A: lecture sur cartes de:

AL: utilisé dans la section E;

NV: au choix de 1 à 4; ici,4;

PPCM: ici 72:

SP: ici 12;

RL: ici 3 4 8 9;

DEP: ici, toutes les voix partent ensemble sur le 1er temps, donc 1 1 1 1;

SER: série (toute bête) générée de façon aléatoire dans un programme différent (cf annexe). Ce même programme a aussi généré les 8 autres séries correspondant aux dessins d'évolution ci-haut mentionnés;

10 5 9 11 4 2 0 1 7 6 8 3
46 41 45 47 40 38 36 37 43 42 44 39
-26 -31 -27 -25 -32 -34 -36 -35 -29 -30 -28 -33
-26 41 -27 47 -32 38 -36 37 -29 42 -28 39
10 -7 21 -13 28 -10 36 -23 43 -30 44 -33
46 -31 33 -25 28 -22 24 -11 19 -6 20 3
10 5 -27 47 4 2 0 1 43 -30 8 3
10 5 9 11 -32 38 0 1 7 6 44 -33

DIDI: matrice contenant les facteurs de compression ou de dépression des rythmes;

ALT: matrice qui "case" (modulo 12) les notes sur les lignes ou dans les espaces de la portée;

RYT: matrice contenant les translations du tableau rythmique de base (cf ci-haut).

C'est parti!......

SECTION B

Mettre en mémoire (tableau PUL) les accents (>) contenus dans les 72 unités temporelles du cycle rythmique (cf ci-haut).

SECTION C

VAR

| 1 | 1 | 1 | 0 |

COMMENTAIRES:

On peut à chaque bloc effectuer des changements sur quatre paramètres:

-NONO = densité;

-RAP = compression/dépression des rythmes;

-ACO = mélodie/accord;

-4e = (vide pour l'instant).

Changement: 1 si oui
0 si non.

NONO

2	3	4	5

Reprenons le tableau rythmique de base

1 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0

Sous cette forme, il permet un maximum de 6 notes par bloc. Ici,

1ère voix = 2 notes
2ème = 3 "
3ème = 4 "
4ème = 5 "

RAP

-2	2	1	-3

1ère voix: diminuer les valeurs rythmiques d'un facteur 2 (i.e. →);

2ème voix: augmenter d'un facteur 2 (i.e. →);

3ème voix: aucun changement (i.e. →);

4ème voix: diminuer d'un facteur 3 (i.e. → ( )).

ACO

0	1	2	3

1ère voix: mélodique;

2ème voix: accord sur le 1er temps;

3ème voix: accord sur le 2ème temps;

4ème voix: accord sur le 3ème temps.

SECTION D

CLES

Il s'agit des clés du compteur octal de la CAE-510 au nombre de 18. Nous en utilisons 4 par voix, délaissant la numération octale pour l'héxadécimale.

Code utilisé: 0 0 0 1 = SER
0 0 1 0 = SAIG
0 0 1 1 = SGRA
0 1 0 0 = SEX
0 1 0 1 = SOUV

0 1 1 0 = SFER
0 1 1 1 = SEC
1 0 0 0 = SED
1 0 0 1 = SEG

Dans cet exemple, faisons:

0 0	0 1 0 0	0 0 1 1	0 0 1 0	0 0 0 1
	SEX	SGRA	SAIG	SER

Dans la mémoire,

matrice HAUT

11	6	10	12	5	3	1	2	8	7	9	4
47	42	46	48	41	39	37	38	44	43	45	40
-25	-30	-26	-24	-31	-33	-35	-34	-28	-29	-27	-32
-25	42	-26	48	-31	39	-35	38	-28	43	-27	40

SECTION E

Nous en sommes maintenant au moment de choisir au hasard l'une des 12 lignes de la matrice rýthmique de base et, en fonction de la densité, à la région de cette ligne où se trouveront les notes exprimant cette densité.

Supposons:

1ère voix: 5ème ligne
2 notes entre la 5ème et la 8ème colonne

2ème voix: 8ème ligne
3 notes entre la 2ème et la 7ème colonne

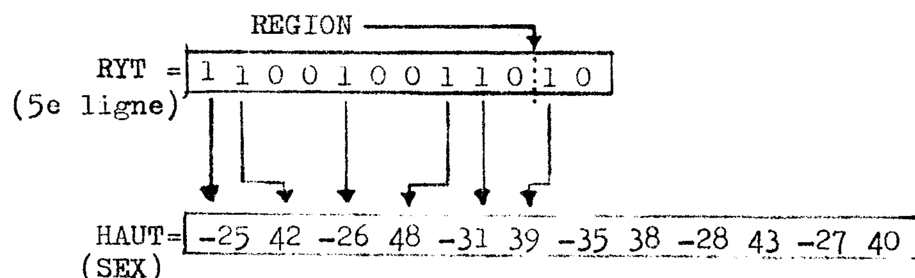
3ème voix: 3ème ligne
4 notes entre la 7ème et la 12ème colonne

4ème voix: 5ème ligne
5 notes entre la 1ère et la 10ème colonne.

SECTION F

Pour les régions ainsi isolées, déplaçons simultanément un pointeur vis-à-vis des cases de RYT et de HAUT et partout où, dans RYT, il y a présence d'une note (1), mettons dans SNO la valeur correspondante lue dans HAUT

Exemple: 4ème voix



Dans la mémoire,

matrice SNO

0	0	0	0	11	0	0	6	0	0	0	0
0	47	0	42	46	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	-25	0	-30	0	-26	-24
-25	42	0	0	-26	0	0	48	-31	0	0	0

SECTION G

Suivant les valeurs lues dans RAP, la machine va chercher dans DIDI les facteurs de compression ou de dépression. Nous ferons l'étude de deux types de modification:

-valeurs augmentées:

exemple: 2ème ligne de SNO

0	47	0	42	46	0	0	0	0	0	0	0

X 2 =

1er bloc

0	0	47	0	0	0	42	0	46	0	0	0

2ème bloc

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

-valeurs diminuées:

comme on ne peut réduire l'unité du tableau de base, la ruse consistera à étendre le tableau PUL des accents:

exemple: la 2ème voix

SNO: la ligne mélodique stockée dans SNO ne change pas, i.e. (2e ligne) X1 = (2e ligne);

PUL:

1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

X 2 =

1er bloc

1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

2ème bloc

0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Note: alors que dans PUL, il y a 1 temps par case, dans (PUL) X2, il faut compter 2 cases pour le même temps.

Dans la mémoire, matrice MAT

0	0	0	0	11	0	0	6	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	47	0	0	0	42	0	46	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
-25	42	0	0	-26	0	0	48	-31	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

SECTION H

Ecriture des repères de portée

I T T T T T I (4 fois)

Comme la même portée, par économie, sert autant pour les notes de la clé de fa que celles de la clé de sol, il fallait donc distinguer les signes:

V = accent (1)
S (noir) = (2)
S (rouge) = (3)
) (noir) = (4)
) (rouge) = (5)
+ = +1 octave (8va) (6)
X = +2 octaves (16va) (7)
– = –1 octave (8ba) (8)
= = –2 octaves (16ba) (9)

Dans la mémoire, pour chaque voix, matrice SFA:

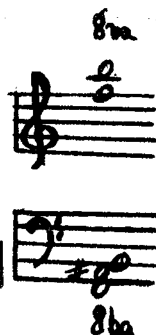
1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6

C'est à ce niveau du programme que se fait l'accord selon ce qui est lu dans ACO.

Exemple: pour la 4ème voix, accord en 3ème ligne

–il faut explorer MAT pour la 4ème voix, soit:

-25	42	0	0	-26	0	0	48	-31	0	0	0



-ramener toutes les hauteurs étalées dans les 12 temps au seul 2ème temps

Alors, le tableau SFA = | 1 0 4 0 5 4 0 0 0 0 0 2 0 0 2 0 0 0 0 9 |

Il nous semble intéressant de relever, au passage, que dans le cas de l'accord, l' ordinateur "lit" l'avenir. C'est là une caractéristique de la machine qu'il sera certainement passionnant d'exploiter; lui faire modifier des "comportements" musicaux du futur.

Enfin, dernière étape, on transfert dans BOF les 4 SFA correspondant aux quatre voix:

BOF = | SFA 1 | SFA 2 | SFA 3 | SFA 4 |

Nous vous invitons maintenant à vous reporter aux partitions mêmes: l'une produite par l'Imprimante à boule, l'autre étant la transcription manuelle de cette première.

Philippe Ménard

```
?PRINT

96      'DEB''ENT'I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T,AL,NV,SP,PPCM,D1,D2;
97      'ENT''TAB'SFA             .(1:20).,EL,VAR,NONO,DEP,RAP,ACO,
98      CO1,CO2,CO3,CO4,CO5.(1:4).,BOF.(1:80).,DUR.(1:6).,
100     PER,SER,SAIG,SGRA,SEX,SOUV,SFER,SEC,SED,SEG.(1:12).,
1011    PUL.(1:4,1:80).,MAT.(1:8,1:12).,RYT.(1:12,1:12).,
101     ALT.(1:2,1:20).,DIDI.(1:9,1:6).,HAUT,SNO.(1:4,1:12).;

102     'ENT''PRO'ALEA;
103     AL:=MOD(AL*7,9973);

1031    'ENT''PRO'MOD(X,Y);'ENT'X,Y;
104     MOD:=X-X%Y*Y;

1041    'PRO'RAND(A,B);'ENT'A,B;
105     'DEB'ALEA;A:=MOD(AL,B)+1'FIN';

106     'PRO'CHANG;
135     'DEB''AIG'EMENT:=E1,E2,E3;
1351    'ALL'EMENT.(K).;E1:MUTE((NONO),NONO);'ALL'CODA;
1352    E2:MUTE((RAP),RAP);'ALL'CODA;E3:MUTE((ACO),ACO);CODA:'FIN';

1353    'PRO'MUTE(CH,X);'CHA'CH;'ENT''TAB'X;
136     'DEB''ENT'I;EXL(CH);IMPR;
1361    'POU'I:=1'PAS'1'JUS'4'FAI'LICLAV(X.(I).)'FIN';

139     'PRO'FREQ;
140     'DEB''ENT'M,N;M:=4*I+3;N:=4*I+4;
1401    'SI''NON'(CLE(M)'IMP'CLE(N))'ALO'DREK(SEC,SFER,SOUV,SEX)
141     'SIN''DEB''SI''NON'(CLE(M)'OU'CLE(N))
1411    'ALO'DREK(SGRA,SAIG,SER,SER)'SIN'DREK(SEG,SED,SEG,SED)'FIN''FIN';

1412    'PRO'DREK(W,X,Y,Z);'ENT''TAB'W,X,Y,Z;
142     'DEB''ENT'K,L;K:=4*I+1;L:=4*I+2;
1421    'SI'CLE(L)'ALO''DEB''SI'CLE(K)'ALO'
143     BOUC(J,1,SP,HAUT.(I+1,J).,W.(J).)
144     'SIN'BOUC(J,1,SP,HAUT.(I+1,J).,X.(J).)'FIN'
145     'SIN''DEB''SI'CLE(K)'ALO'BOUC(J,1,SP,HAUT.(I+1,J).,Y.(J).)
146     'SIN'BOUC(J,1,SP,HAUT.(I+1,J).,Z.(J).)'FIN''FIN';

147     'PRO'BOUC(CO,BI,BS,PG,PD);'ENT'CO,BI,BS,PG,PD;
148     'POU'CO:=BI'PAS'1'JUS'BS'FAI'PG:=PD;

152     'PRO'IMPRO(R,T);'ENT'R,T;
153     'DEB'DOX(R,I+Q,SP,CO2.(I).,CO3.(I).,99,SNO);
        DOX(T,I+Q+1,PPCM,CO4.(I).,CO5.(I).,0,PUL)'FIN';

        'PRO'DOX(A1,A2,A3,A4,A5,A6,Z);'ENT'A1,A2,A3,A4,A5,A6;'ENT''TAB'Z;
154     'DEB''ENT'L,N;L:=1;ENC7:'POU'N:=A5'PAS'1'JUS'A1'FAI'
156     'DEB'MAT.(A2,L).:='SI'N'EG'1'ALO'Z.(I,A4).'SIN'A6;
157     L:=L+1;'SI'L'SUP'12'ALO''ALL'ENC8'FIN';
158     AQUA(A3,A4);'ALL'ENC7;
159     ENC8:'SI'N'DIF'A1'ALO'A5:=N+1
        'SIN''DEB'AQUA(A3,A4);A5:=1'FIN''FIN';

        'PRO'AQUA(B3,B4);'ENT'B3,B4;
        'DEB'B4:=B4+1;'SI'B4'EG'B3+1'ALO'B4:=1'FIN';
```

```
    'PRO'ECRIT(A);'ENT''TAB'A;
160 'DEB''ENT'L;'AIG'CAR:=E1,E2,E3,E4,E5,E6,E7,E8,E9,E10;
162 L:=1;RET:'SI'A.(L).'SUG'1'ALO''ALL'CAR.(A.(L).).'SIN''ALL'CAR.(10).;
163 E1:EXL ((V));'ALL'CODA;E2:EXL (($S));'ALL'CODA;E3:EXL ((#S));'ALL'CODA;
    E4:EXL (($));'ALL'CODA;E5:EXL ((#));'ALL'CODA;E6:EXL ((+));'ALL'CODA;
    E7:EXL ((X));'ALL'CODA;E8:EXL ((-));'ALL'CODA;E9:EXL ((=));'ALL'CODA;
    E10:EXL((   ));
164 CODA:L:=L+1;'SI'L'ING'80'ALO''ALL'RET;IMPR'FIN';

164 'PRO'PORTEE;
165 'SI'MAT.(I,J).'SUG'0'ALO'SOLFA1(1,J)'SIN'SOLFA1(2,J);

166 'PRO'SOLFA1(A1,B1);'ENT'A1,B1;
167 'DEB''ENT'M;'AIG'OCT:=O1,O2,O3,O4,O5,O6,O7,O8,O9,O10,O11,O12;
168 M:=ABS(MOD(MAT.(I,B1).,12))+1;'ALL'OCT.(M).;
169 O1:FALSO(A1,B1,1,13);'ALL'CODA;O2:FALSO(A1,B1,2,16);'ALL'CODA;
170 O3:FALSO(A1,B1,3,15);'ALL'CODA;O4:FALSO(A1,B1,4,16);'ALL'CODA;
171 O5:FALSO(A1,B1,5,15);'ALL'CODA;O6:FALSO(A1,B1,6,13);'ALL'CODA;
172 O7:FALSO(A1,B1,7,14);'ALL'CODA;O8:FALSO(A1,B1,8,13);'ALL'CODA;
173 O9:FALSO(A1,B1,9,16);'ALL'CODA;O10:FALSO(A1,B1,10,15);'ALL'CODA;
174 O11:FALSO(A1,B1,11,16);'ALL'CODA;O12:FALSO(A1,B1,12,15);CODA:'FIN';

173 'PRO'FALSO(A2,B2,C,D);'ENT'A2,B2,C,D;
175 SOLFA2(A2,B2,ALT.(A2,C).,ALT.(A2,D).);

175 'PRO'SOLFA2(A3,B3,E,F);'ENT'A3,B3,E,F;
176 'DEB''ENT'M;M:=ABS(MAT.(I,B3).%12);
177 'SI'M'SUP'1'ALO''DEB''SI'M'EG'2'ALO'SFA.(20).:=ALT.(A3,17).
178 'SIN'SFA.(20).:=ALT.(A3,18).;M:=1;'FIN';
179 SFA.(E+7*M*ALT.(A3,19).-ALT.(A3,20).).:=F'FIN';

    'COM'1ERE PARTIE;
1   LIRC(AL,NV,PPCM,SP);LIRTC(EL);LIRTC(DEP);
15  LIRTC(SER);LIRTC(SAIG);LIRTC(SGRA);LIRTC(SEX);
16  LIRTC(SOUV);LIRTC(SFER);LIRTC(SEC);LIRTC(SED);LIRTC(SEG);
2   LIRTC(DIDI);LIRTC(ALT);LIRTC(RYT);

    'COM'TABLEAU DES PULSATIONS ELEMENTAIRES;
47  'POU'I:=1'PAS'1'JUS'NV'FAI'
471 CO1.(I).:=CO2.(I).:=CO3.(I).:=CO4.(I).:=CO5.(I).:=1;
21  MUSE:'POU'I:=1'PAS'1'JUS'NV'FAI'
22  'DEB'BOUC(J,1,PPCM,PUL.(I,J).,0);
23  'POU'J:=DEP.(I).,J+EL.(I).'TAN'J'ING'PPCM'FAI'PUL.(I,J).:=1'FIN';

    'COM'3EME PARTIE  HAUTEURS
         VARIATIONS  NOMBRE DE NOTES,  APPO T,ACCORD;
48  MUTE((VAR),VAR);
49  'POU'K:=1'PAS'1'JUS'4'FAI''SI'VAR.(K).'EG'1'ALO'CHANG;

    'COM' MATRICIALISATION DES HAUTEURS;
50  EXL((CLES));IMPR;PAUSE(1);
51  'POU'I:=0'PAS'1'JUS'NV-1'FAI'FREQ;

    'COM' TRAITEMENT SEPARE DES VOIX. DANS MATRICE DES RYTHMES TRANSLATES
        M LIGNE, K NOTE, N COLONNE D1-D2 DISTANCE;
```

```
Q:=0;'POU'I:=1'PAS'1'JUS'NV'FAI'
'DEB'RAND(M,SP);RAND(K,(SP%2+1)-NONO.(I).);
P:=0;'POU'N:=1'PAS'1'JUS'SP'FAI'
'SI'RYT.(M,N).'EG'1'ALO''DEB'P:=P+1;DUR.(P).:=N'FIN';
D1:=DUR.(K).;D2:='SI'K+NONO.(I).'INF'6
'ALO'DUR.(K+NONO.(I).+1).-1'SIN'12;

'COM'HAUTEURS DES NOTES;
BOUC(N,1,SP,SNO.(I,N).,99);
'POU'N:=D1'PAS'1'JUS'D2'FAI'
'DEB''SI'RYT.(M,N).'EG'1'ALO'
'DEB'P:=CO1.(I).;SNO.(I,N).:=HAUT.(I,P).;
P:=P+1;'SI'P'EG'SP+1'ALO'P:=1;CO1.(I).:=P'FIN'
'SIN'SNO.(I,N).:=99'FIN';

'COM'4EME PARTIE  COMPRESSION OU EXTENSION DES RYTHMES;
'POU'P:=-4'PAS'1'JUS'4'FAI''SI'RAP.(I).'EG'P'ALO'
'DEB''SI'EL.(I).'EG'3'OU'EL.(I).'EG'4'ALO'
IMPRO(DIDI.(P+5,1).,DIDI.(P+5,2).)
'SIN''DEB''SI'EL.(I).'EG'8'ALO'
IMPRO(DIDI.(P+5,3).,DIDI.(P+5,4).)
'SIN'IMPRO(DIDI.(P+5,5).,DIDI.(P+5,6).)'FIN''FIN';Q:=Q+1'FIN';

'COM'ECRITURE DU CONTENU DE MAT;
EXL((         I            T T         T
EXL((         I            T T         T
'POU'J:=1'PAS'1'JUS'SP'FAI'
'DEB'K:=0;BOUC(L,1,80,BOF.(L).,0);
'POU'I:=1'PAS'2'JUS'7'FAI''DEB'BOUC(M,1,20,SFA.(M).,0);
BOF.(1+K).:=MAT.(I+1,J).;
L:=(I+1)/2;P:=ACO.(L).;'SI'P'EG'0'ALO'
'DEB''SI'MAT.(I,J).'DIF'99'ALO'PORTEE;
BOUC(M,2,20,BOF.(M+K).,SFA.(M).)'FIN'
'SIN''DEB''SI'J'EG'1'ALO''ALL'ENC10'SIN''ALL'ENC11;
ENC10:BOUC(M,1,40,PUL.(L,M).,0);
'POU'N:=1'PAS'1'JUS'SP'FAI'
'DEB'R:=MAT.(I,N).;'SI'R'INF'0'ALO'
'DEB'SOLFA1(2,N);'POU'M:=21'PAS'1'JUS'40'FAI'
'SI'SFA.(M-20).'DIF'0'ALO'PUL.(L,M).:=SFA.(M-20).'FIN'
'SIN''DEB''SI'R'DIF'99'ALO'
'DEB'SOLFA1(1,N);'POU'M:=1'PAS'1'JUS'20'FAI'
'SI'SFA.(M).'DIF'0'ALO'PUL.(L,M).:=SFA.(M).'FIN''FIN''FIN';
ENC11:'SI'J'EG'P'ALO'BOUC(M,2,20,BOF.(M+K).,PUL  .(L,M).)
'SIN''DEB''SI'J'EG'P+1'ALO'BOUC(M,2,20,BOF.(M+K).,PUL.(L,M+20).)
'SIN'BOUC(M,2,20,BOF.(M+K).,0)        'FIN''FIN';K:=K+20'FIN';
ECRIT(BOF)'FIN';
EXL((K));IMPR;LICLAV(K);'SI'K'EG'1'ALO''ALL'MUSE'FIN'#
```

ANNEXE I

```
1       'DEB''ENT'I,J,K,L,M,R,S,AL;
2       'ENT''TAB'SOR,SER,SAIG,SGRA,SEX,SOUV,SFER,SEC,SED,SEG.(1:12).;

        'ENT''PRO'ALEA;
103     AL:=MOD(AL*7,9973);

        'ENT''PRO'MOD(X,Y);'ENT'X,Y;
104     MOD:=X-X%Y*Y;

        'PRO'AIGRAV(A,Y);'ENT'A;'ENT''TAB'Y;
105     'POU'I:=1'PAS'1'JUS'12'FAI'Y.(I).:=SER.(I).+A;

        'PRO'EXTREM;
108     'POU'I:=1'PAS'1'JUS'12'FAI'
109     SEX.(I).:='SI'MOD(I,2)'EG'0'ALO'SAIG.(I).'SIN'SGRA.(I).;

        'PRO'FEROUV(A,B,C,D,X);'ENT'A,B,C,D;'ENT''TAB'X;
122     'DEB''ENT''TAB'SELI.(1:12).;SELI.(C).:=D;
123     'POU'I:=C-A'PAS'-A'JUS'B'FAI'
        'DEB'R:=I+A;S:=(-A*I+A*C)*6;
        SELI.(I).:='SI'MOD(I,2)'EG'0'ALO'SELI.(R).-S
        'SIN'SELI.(R).+S'FIN';
124     COMPAR(X,SELI)'FIN';

        'PRO'COMPAR(V,W);'ENT''TAB'V,W;
128     'DEB''POU'I:=1'PAS'1'JUS'12'FAI'V.(I).:=SER.(I).;
129     'POU'I:=1'PAS'1'JUS'12'FAI'
        'DEB'K:=V.(I).;L:=W.(I).;
        'SI'K'DIF'L'ALO'
130     'DEB''SI'K'SUP'L'ALO'PLUMO(-12,K,L,V.(I).)
        'SIN'PLUMO(12,L,K,V.(I).)'FIN''FIN''FIN';

        'PRO'PLUMO(A,B,C,D);'ENT'A,B,C,D;
131     'DEB'REP:K:=K+A;'SI'B'SUP'C'ALO''ALL'REP'SIN'D:=K'FIN';

        'PRO'GDC(A,B,C,D,Z);'ENT'A,B,C,D;'ENT''TAB'Z;
133     'DEB''POU'I:=1'PAS'1'JUS'12'FAI'
        'DEB'Z.(I).:=SER.(I).;
134     'SI'I'EG'A'OU'I'EG'B'ALO'Z.(I).:=SGRA.(I).;
        'SI'I'EG'C'OU'I'EG'D'ALO'Z.(I).:=SAIG.(I).'FIN''FIN';

        'PRO'IMPSER(CH,X);'CHA'CH;'ENT''TAB'X;
        'DEB'EXL( CH );'POU'I:=1'PAS'1'JUS'12'FAI'
        EXE(3,X.(I).);IMPR'FIN';

        'COM'CHOIX DE LA SERIE POUR SP%12;
        EXL(&AL@);IMPR;LICLAV(AL);
39      ENC2:'POU'I:=1'PAS'1'JUS'12'FAI'SOR.(I).:=I;
40      'POU'I:=1'PAS'1'JUS'12'FAI'
41      'DEB'ENC3:ALEA;K:=MOD(AL,12)+1;J:=SOR.(K).;
        'SI'J'DIF'0'ALO''DEB'SER.(I).:=J;SOR.(K).:=0'FIN'
        'SIN''ALL'ENC3'FIN';
42      IMPSER(&SERIE ORIGINALE@,SER);
43      EXL(&D:ACCORD_ M:=1 OU 0.@);IMPR;EXL(&M@);IMPR;LICLAV(M);
45      'SI'M'EG'0'ALO''ALL'ENC2;

        'COM'DEDUCTION DES AUTRES SERIES;
46      AIGRAV(36,SAIG);IMPSER(&SERIE AIGUE@,SAIG);
```

EXEMPLE I

1 1 1 0
NONO
1 1 6 6
RAP
1 1 1 1
ACO
0 0 0 0
CLES

K
1
VAR
1 0 0 0
NONO
2 2 6 6
CLES

K
1
VAR
1 0 0 0
NONO
3 3 6 6
CLES

K
1

AR
0 0 0
ONO
4 6 6
LES

I T T T T T I

K
1
VAR
1 0 0 0
NONO
5 5 6 6
CLES

I T T T T T I

K
1

EXEMPLE II

I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I

V S S)   V   V   V

V   V) S S   X -)S)S S)S))S S + +

)) S S +)) S S +

V   V   V   V

V

K
1
VAR
1 0 1 0
NONO
2 2 5 5
ACO
9 7 6 2
CLES

I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I

V   V   )S) S +)S) S +

V   V   V

V   S S   +)) S S) S S   X -V

) S -

V S S   V

V)

K
1
VAR
1 0 1 0
NONO
3 3 4 4
ACO
1 0 0 1
CLES

I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I

V)S S)S S   XV X   V   ) S) S

V   V

V   V   S

V   S   +

)

V   V   S   +

S

)

K
1

VAR
1 0 1 0
NONO
4 4 3 3
ACO
0 2 5 0
CLES

I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I

V V V
S)) S
)) S
V S X
V V)S S X
) -)S S X)
V S
S X
) -V
V V
S
S
K
1
VAR
1 0 1 0
NONO
5 5 2 2
ACO
0 10 7 0
CLES

I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I

V V V
)
V
V
S
V) S XV
) S -
) V V)
V S +)) S S + S
)) S -
))
K
1
VAR
1 0 1 0
NONO
6 6 1 1
ACO
11 0 0 0
CLES

I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I   I T T T T T I

V V
S +
V) V
V V
V S S
V S
V)
) S S X S
)) S S -) -

EXEMPLE 1

8va......

EXEMPLE 2

AVERTISSEMENT

Le présent bulletin répond à une visée toute didactique : livrer sous forme accessible aux nouveaux venus dans les groupes de travail courants :

- de l'information technique et bibliographique en rapport avec leurs disciplines
- des programmes commentés de tous niveaux permettant un accès relativement rapide à des techniques de programmation appropriées, ainsi qu'une implémentation aisée.

On s'est efforcé, dans la mesure du possible, de ne pas établir de clivage trop net entre les disciplines artistiques et scientifiques concernées (musique, arts plastiques, poési architecture, logique, informatique), mais tout au contraire de les unifier, ne serait-ce que par des techniques de programmation communes.

L'aspect pédagogique d'ARTINFO/MUSINFO reflète une préoccupation constante du groupe, à savoir ne pas se satisfaire en dernier ressort de méthodes de programmation trop élémentaires.

Pour tous renseignements et composition des livraisons à venir, s'adresser à Jacques ARVEILLER, Département d'Informatique, Université de PARIS VIII, Route de la Tourelle, 75571 PARIS CEDEX 12. Pour tout envoi s'adresser à Patrick GREUSSAY, même adresse.

ARTINFO/MUSINFO est imprimé au Département d'Informatiqu de l'Université de PARIS VIII.

ADDENDUM

On est prié d'ajouter à la suite de la page 32 (intitulée ANNEXE 1) les instructions suivantes :

```
AIGRAV(-36,SGRA);IMPSER(&SERIE GRAVE@,SGRA);
EXTREM;IMPSER(&SERIE EXTREME@,SEX);
FERØUV(-1,12,1,SER.(1).,SØUV);IMPSER(&SERIE ØUVRANTE@,SØUV)
FERØUV(1,1,12,SER.(12).,SFER);IMPSER(&SERIE FERMANTE@,SFER)
GDC(3,10,4,9,SEC);IMPSER(&SERIE CENTRE@,SEC);
GDC(5,12,6,11,SED);IMPSER(&SERIE DRØITE@,SED);
GDC(2,7,1,8,SEG);IMPSER(&SERIE GAUCHE@,SEG);
'FIN'#
```

UNIVERSITÉ DE PARIS VIII

INSTITUT D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

GROUPE ART ET INFORMATIQUE

ARTINFO
MUSINFO

#15

NAHAS - HUITRIC : ETUDE DE SÉRIES CONTINUES

MÉNARD : PRÉSENTATION DU PROGRAMME AUTOMUSE